

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

Applicant: Ryuichi ISHII et al.

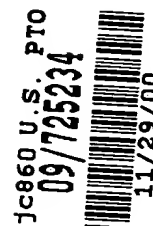
Title: HEAT-RESISTING STEEL, METHOD FOR THERMALLY  
TREATING HEAT-RESISTING STEEL, AND COMPONENTS  
MADE OF HEAT-RESISTING STEEL

Appl. No.: Unassigned

Filing Date: November 29, 2000

Examiner: Unassigned

Art Unit: Unassigned



Handwritten notes: "T#3", "C.Z.", and "2/13/01".

**CLAIM FOR CONVENTION PRIORITY**

Assistant Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested, and the right of priority provided in 35 U.S.C. § 119 is hereby claimed.

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said original foreign application:

- Japanese Patent Application No. 2000-227213 filed July 27, 2000.

Respectfully submitted,

Date November 29, 2000

FOLEY & LARDNER  
Washington Harbour  
3000 K Street, N.W., Suite 500  
Washington, D.C. 20007-5109  
Telephone: (202) 672-5414  
Facsimile: (202) 672-5399

By

A handwritten signature in dark ink, appearing to read "R. Schwaab".

Richard L. Schwaab  
Attorney for Applicant  
Registration No. 25,479

日 本 国 特 許 庁  
PATENT OFFICE  
JAPANESE GOVERNMENT

JP0860 U.S. PTO  
09/725234  
11/29/00

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日  
Date of Application:

2000年 7月27日

出 願 番 号  
Application Number:

特願2000-227213

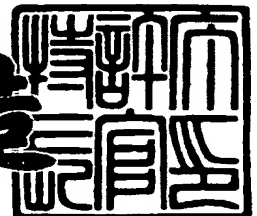
出 願 人  
Applicant (s):

株式会社東芝

2000年10月 6日

特許庁長官  
Commissioner,  
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2000-3082891

【書類名】 特許願

【整理番号】 12564101

【提出日】 平成12年 7月27日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 C22C 38/00

【発明の名称】 耐熱鋼、耐熱鋼の熱処理方法および耐熱鋼部品

【請求項の数】 8

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市鶴見区末広町2丁目4番地 株式会社東芝 京浜事業所内

【氏名】 石 井 龍 一

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市鶴見区末広町2丁目4番地 株式会社東芝 京浜事業所内

【氏名】 津 田 陽 一

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県横浜市鶴見区末広町2丁目4番地 株式会社東芝 京浜事業所内

【氏名】 山 田 政 之

【特許出願人】

【識別番号】 000003078

【住所又は居所】 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

【氏名又は名称】 株式会社 東 芝

【代理人】

【識別番号】 100064285

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐 藤 一 雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100067079

【弁理士】

【氏名又は名称】 小 野 寺 捷 洋

【選任した代理人】

【識別番号】 100091487

【弁理士】

【氏名又は名称】 中 村 行 孝

【選任した代理人】

【識別番号】 100094640

【弁理士】

【氏名又は名称】 紺 野 昭 男

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 004444

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 耐熱鋼、耐熱鋼の熱処理方法および耐熱鋼部品

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

重量%で、C : 0.15 ~ 0.30、Si : 0.05 ~ 0.3、Mn : 0.01 ~ 0.7、Cr : 1.8 ~ 2.5、V : 0.15 ~ 0.23、W : 1.5 ~ 2.5、Ti : 0.01 ~ 0.02、Nb : 0.01 ~ 0.08、N : 0.005 ~ 0.03、B : 0.001 ~ 0.015 の範囲に調整され、残部は Fe および不可避免の不純物からなることを特徴とする、耐熱鋼。

【請求項 2】

重量%で、C : 0.15 ~ 0.30、Si : 0.05 ~ 0.3、Mn : 0.01 ~ 0.7、Cr : 1.8 ~ 2.5、V : 0.15 ~ 0.23、W : 1.5 ~ 2.5、Mo : 0.3 ~ 0.8、Ti : 0.01 ~ 0.02、Nb : 0.01 ~ 0.08、N : 0.005 ~ 0.03、B : 0.001 ~ 0.015 の範囲に調整され、残部は Fe および不可避免の不純物からなることを特徴とする、耐熱鋼。

【請求項 3】

Nb の全部と Fe の一部を V および / または Ti で置換し、重量%で、V : 0.23 (0.23 を含まず) ~ 0.35、Ti : 0.02 (0.02 を含まず) ~ 0.03 の範囲にあり、不純物として含有されるものを除いては Nb を含有しないことを特徴とする、請求項 1 または請求項 2 に記載の耐熱鋼。

【請求項 4】

Nb および Ti の全部と Fe の一部を V で置換し、重量%で、V : 0.23 (0.23 を含まず) ~ 0.35 の範囲にあり不純物として含有されるものを除いては Nb および Ti を含有しないことを特徴とする、請求項 1 または請求項 2 に記載の耐熱鋼。

【請求項 5】

Fe の一部を Ni で置換し、重量%で Ni : 0.1 ~ 3.0 を含有することを特徴とする、請求項 3 または請求項 4 に記載の耐熱鋼。

【請求項 6】

Feの一部をCuで置換し、重量%でCu: 0.1~3.0を含有することを特徴とする、請求項3または請求項4に記載の耐熱鋼。

【請求項7】

請求項1~6のいずれか1項に記載の耐熱鋼に焼ならし処理を施し、次いで、油冷により300℃以下まで冷却することからなる熱処理に付して得られたものであることを特徴とする、耐熱鋼。

【請求項8】

蒸気タービンロータとして用いられることを特徴とする、請求項1~7のいずれか1項に記載の耐熱鋼。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、耐熱鋼に関するものである。さらに詳しくは、本発明は、高度な耐熱性および機械的強度が要求される用途、例えば蒸気タービンロータ、に好適な耐熱性材料に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

火力発電設備の高温部品材料として、従来より1Cr-1Mo-0.25V鋼などの低合金耐熱鋼や12Cr-1Mo-VNbN鋼などの高Cr系耐熱鋼が多用されている。しかし、近年の火力発電設備は蒸気温度の高温化が急速に進められ、より高強度で耐環境特性等に優れた高Cr系耐熱鋼の使用が増加してきた。このような高強度鋼を用いることでより高性能のプラントを構成することが可能となっている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、近年の火力発電プラントは、高い熱効率とともに優れた経済性が要求される傾向にあって、プラント構成材料に対しても従来と同等あるいはそれ以上の機械的性質や製造性を有し、さらに経済性に優れていることが不可欠となりつつある。

【 0 0 0 4 】

本発明は、このような課題に対処するためになされたもので、高温の蒸気環境中で安定な運用ができ、かつ経済性に優れた耐熱鋼を提供することを目的とするものである。

【 0 0 0 5 】

【課題を解決するための手段】

本発明者等は、低合金耐熱鋼において、高Cr系耐熱鋼に匹敵する高温強度を有する耐熱鋼を開発すべく研究を行った結果、本発明に至ったものである。

【 0 0 0 6 】

すなわち、本発明による第1の耐熱鋼は、重量%で、C : 0.15 ~ 0.30、Si : 0.05 ~ 0.3、Mn : 0.01 ~ 0.7、Cr : 1.8 ~ 2.5、V : 0.15 ~ 0.23、W : 0.5 ~ 2.5、Ti : 0.01 ~ 0.02、Nb : 0.01 ~ 0.08、N : 0.005 ~ 0.03、B : 0.001 ~ 0.015の範囲に調整され、残部はFeおよび不可避的不純物からなること、を特徴とするものである。

【 0 0 0 7 】

また、本発明による第2の耐熱鋼は、重量%で、C : 0.15 ~ 0.30、Si : 0.05 ~ 0.3、Mn : 0.01 ~ 0.7、Cr : 1.8 ~ 2.5、V : 0.15 ~ 0.23、W : 1.5 ~ 2.5、Mo : 0.3 ~ 0.8、Ti : 0.01 ~ 0.02、Nb : 0.01 ~ 0.08、N : 0.005 ~ 0.03の範囲に調整され、残部はFeおよび不可避的不純物からなること、を特徴とするものである。

【 0 0 0 8 】

また、本発明による第3の耐熱鋼は、Nbの全部とFeの一部をVおよび／またはTiで置換し、重量%でV : 0.23 (0.23を含まず) ~ 0.35、Ti : 0.02 (0.02を含まず) ~ 0.03の範囲にあり、不純物として含有されるものを除いてはNbを含有しないことを特徴とする、上記の第1または第2の耐熱鋼である。

【 0 0 0 9 】

また、本発明による第4の耐熱鋼は、NbおよびTiの全部とFeの一部をVで置換し、重量%で、V：0.23（0.23を含まず）～0.35の範囲にあり不純物として含有されるものを除いてはNbおよびTiを含有しないことを特徴とする、第1または第2の耐熱鋼である。

## 【0010】

また、本発明による第5の耐熱鋼は、Feの一部をNiで置換し、重量%でNi：0.1～3.0を含有することを特徴とする、第3または第4の耐熱鋼である。

## 【0011】

また、本発明による第6の耐熱鋼は、Feの一部をCuで置換し、重量%でCu：0.1～3.0を含有することを特徴とする、第3または第4の耐熱鋼である。

## 【0012】

また、本発明による第7の耐熱鋼は、上記の第1～第6のいずれかの耐熱鋼に焼ならし処理を施し、次いで、油冷により300℃以下まで冷却することからなる熱処理に付して得られたこと、を特徴とするものである。

## 【0013】

また、本発明による第8の耐熱鋼は、蒸気タービンロータとして用いられることを特徴とする、第1～7のいずれかの耐熱鋼である。

## 【0014】

## 【発明の実施の形態】

以下に組成範囲の限定理由を説明する。なお、以下の説明において組成を表す%は、特に断らない限り重量%とする。

## 【0015】

## (a) C

Cは、焼入れ性の確保とともに、析出強化に寄与する炭化物の構成元素としても有用な元素であるが、本発明に係わる耐熱鋼では0.15%未満では上述の効果が小さく、0.30%を超えると炭化物の凝集が促進されるとともに鋼塊凝固時の偏析が増加するため、その含有量を0.15～0.30%とした。



## 【0016】

## (b) Si

Siは、脱酸剤として有用であり、また、耐水蒸気酸化性を向上させる。しかし、その含有量が高い場合は、靱性の低下および脆化を促進するため、この観点からは含有量は可能な限り抑制することが望ましい。本発明に係わる耐熱鋼においてはその含有量が0.3%を超えると上記特性が著しく低下するため、その含有量を0.05～0.3%とした。

## 【0017】

## (c) Mn

Mnは、脱硫剤として有用な元素であるが、0.01%未満では脱硫効果が認められず、0.7%を超えて添加するとクリープ強度を低下させるため、その含有量を0.01～0.7%とした。

## 【0018】

## (d) Cr

Crは、耐酸化性、耐食性に有効であるとともに析出強化に寄与する析出物の構成元素としても有用な元素であるが、本発明に係わる耐熱鋼では1.8%未満では上述の効果が小さく、2.5%を超えると靱性が悪化するため、その含有量を1.8～2.5%とした。

## 【0019】

## (e) V

Vは、固溶強化および微細な炭窒化物の形成に寄与する。本発明に係わる耐熱鋼では0.15%以上の添加でこれらの微細析出物が十分に析出し回復を抑制する。Nbと複合添加した場合は、0.23%を超えると靱性の低下を招くとともに炭窒化物の粗大化を促進するため、その含有量を0.15～0.23%とした。Nbの全部をFeと置換した場合は、析出強化に寄与する微細炭窒化物の析出密度を確保するため、下限を0.23%（0.23を含まず）に増加させる必要があるが、本発明に係わる耐熱鋼では、0.35%を超えると靱性の低下を招くとともに炭窒化物の粗大化を促進するため、その含有量を0.23～0.35%とした。

## 【 0 0 2 0 】

## ( f ) W

Wは、固溶強化とともに炭化物中へ置換し析出強化にも寄与する。Wの固溶量を長時間にわたり高く維持するためには1. 5 %以上の添加が必要であるが、2. 5 %を超えると靱性の低下およびフェライトの生成を促進するため、その含有量を1. 5 ~ 2. 5 %とした。

## 【 0 0 2 1 】

## ( g ) M o

M o は、固溶強化元素および炭化物の構成元素として有用であり、0. 3 %以上の添加によりその効果が大きくなる。しかし、0. 8 %以上の添加は本発明の耐熱鋼においては靱性の低下およびフェライトの生成を促進するため、その含有量を0. 3 ~ 0. 8 %とした。

## 【 0 0 2 2 】

## ( h ) B

Bは、微量の添加で焼入れ性を高めるとともに、炭窒化物の高温長時間安定化を可能にする。本発明に係わる耐熱鋼ではその効果は0. 0 0 1 %以上の添加で認められ、結晶粒界およびその近傍に析出する炭化物の粗大化抑制効果を発揮するが、0. 0 1 5 %を超えると粗大生成物の形成を促進するため、その含有量を0. 0 0 1 ~ 0. 0 1 5 %とした。

## 【 0 0 2 3 】

## ( i ) N

Nは、窒化物あるいは炭窒化物を形成することにより析出強化に寄与する。さらに母相中に残存するNは固溶強化にも寄与するが、本発明に係わる耐熱鋼では0. 0 0 5 %未満ではこれらの効果が認められない。一方0. 0 3 %以上では窒化物あるいは炭窒化物の粗大化を促進しクリープ抵抗が低下するとともに粗大生成物の生成を促進するため、その含有量を0. 0 0 5 ~ 0. 0 3 %とした。

## ・ 【 0 0 2 4 】

## ( j ) T i

T i は、脱酸材として有用であり、また、微細な炭窒化物の形成に寄与する。

本発明に係わる耐熱鋼ではその効果は0.01%以上の添加で認められるが、Nbと複合添加した場合は0.02%を超えると粗大な炭窒化物の形成を促進するため、その含有量を0.01~0.02%とした。Nbの全部をFeと置換した場合は、析出強化に寄与する微細炭窒化物の析出密度を確保するため、下限を0.02% (0.02を含まず) に増加させる必要があるが、本発明に係わる耐熱鋼では、0.03%を超えると靱性の低下を招くとともに炭窒化物の粗大化を促進するため、その含有量を0.02~0.03%とした。

## 【0025】

## (k) Nb

Nbは、微細炭窒化物を形成することにより析出強化に寄与するが、0.01%未満ではこれらの効果が得られない。一方0.08%を超えると偏析や未固溶の粗大なNb (C, N) の体積率が増加し靱性の低下や切欠弱化が生じるため、その含有量を0.01~0.08%とした。Feと置換することによりNbを添加したことによる効果は認められなくなるが、本発明に係わる耐熱鋼においては、炭窒化物の形成についてはVおよび/またはTiの添加量を増加させることで代替が可能となる。

## 【0026】

## (l) Ni

Niは、焼入れ性および靱性を向上させ、本発明に係わる耐熱鋼においては0.1%以上でその効果が認められる。しかし3.0%を超えるとクリープ強度を低下させるため、その含有量を0.1~3.0%とした。

## 【0027】

## (m) Cu

Cuは、焼入れ性および靱性を向上させ、本発明に係わる耐熱鋼においては0.1%以上でその効果が認められる。しかし3.0%を超えると鍛造性を著しく低下させるため、その含有量を0.1~3.0%とした。

## 【0028】

上記成分ならびに主成分であるFeを添加する際に付随的に混入する不純物は極力低減することが望ましい。

## 【 0 0 2 9 】

次に、上記の耐熱鋼を焼ならしの後、油冷により 3 0 0 ℃ 以下まで冷却することからなる処理に付す理由を説明する。

本発明による耐熱鋼は、フェライト生成元素を比較的多量に含有するために、既存鋼種と比べフェライト生成領域が短時間側に移動している。したがって、既存鋼種の様に焼ならし後に空冷した場合、冷却過程で組織安定性および特性に悪影響を及ぼすフェライトが不可避免的に生成する。この現象を回避するために、本発明では焼ならし後に油冷を採用した。また、本発明に係わる耐熱鋼のベイナイト変態終了温度は約 3 0 0 ℃ であり、この温度以下にまで冷却することにより、より安定性の優れた金属組織を得ることが可能になる。

## 【 0 0 3 0 】

本発明で行われる焼ならし処理は、具体的には、9 5 0 ℃ を上回り 1, 0 7 0 ℃ を超えない範囲にて一定時間加熱保持する処理であり、より好ましくは 9 7 0 ℃ ～ 1, 0 5 0 ℃ である。9 5 0 ℃ 未満では未固溶の粗大な炭窒化物が残存し、1, 0 7 0 ℃ を超えると有害なフェライト相が生成し易くなるため、この温度域が好ましい。

## 【 0 0 3 1 】

## 【実施例】

以下、本発明を表 1 に示した化学組成範囲の耐熱鋼を用いた実施例により説明する。

## 【 0 0 3 2 】

## &lt;実施例 1&gt;

実施例 1 では、本発明の請求項 1 および請求項 2 記載の化学組成範囲にある第 1 および第 2 の耐熱鋼が優れた特性を有することを説明する。

3 0 k g の供試鋼を真空誘導溶解後、鑄込んだ鑄塊を高温鍛造した後、焼鈍し、続いて焼ならし後、油焼入れを行い、焼戻しを施した。得られた各鋼の化学組成は、表 1 に示される通りである。

## 【 0 0 3 3 】

このうち、P 1 ～ P 8 が本実施例に係わる組成範囲にある耐熱鋼であり、C 1

、C 2、C 4 および C 5 はその組成が本発明の請求項 1 および請求項 2 記載の化学組成範囲にない比較例である。これらの各鋼は 7 5 0 M P a 程度の引張強さに調整されている。

【 0 0 3 4 】

各鋼について実施したクリープ破断試験における破断時間は、表 2 に示され通りである。本発明の請求項 1 および請求項 2 記載の組成範囲にある耐熱鋼は、C 1、C 2、C 4 および C 5 の耐熱鋼より長い破断時間を示した。2 0 ℃におけるシャルピー衝撃試験により得られた衝撃吸収エネルギーは表 2 に示されている。本発明の請求項 1 および請求項 2 記載の組成範囲にある耐熱鋼は、C 1、C 2、C 4 および C 5 の耐熱鋼より高い衝撃吸収エネルギーを示した。

【 0 0 3 5 】

以上のことから、本発明の化学組成範囲にある耐熱鋼は、同等の引張強さに調整した場合、それ以外の比較例に比べクリープ性質および衝撃性質に優れていることがわかる。

【 0 0 3 6 】

<実施例 2>

実施例 2 では、本発明の請求項 3 および請求項 4 記載の化学組成範囲にある第 3 および第 4 の耐熱鋼が優れた特性を有することを説明する。

供試鋼の製造方法は、実施例 1 と同様である。これらの化学組成は表 1 に示される通りである。

【 0 0 3 7 】

このうち、P 9 ～ P 1 8 が本発明の組成範囲にある耐熱鋼であり、C 1、C 2、C 4 および C 5 はその組成が本発明の請求項 1 および請求項 2 記載の化学組成範囲にない比較例である。C 1 ～ C 3、C 6 および C 7 はその組成が本発明の請求項 3 および請求項 4 記載の化学組成範囲にない比較例である。これらの各鋼は 7 5 0 M P a 程度の引張強さに調整されている。

【 0 0 3 8 】

各鋼について実施したクリープ破断試験における破断時間は、表 2 に示される通りである。本発明の請求項 3 および請求項 4 記載の組成範囲にある耐熱鋼は、

C 1 ~ C 3、C 6 および C 7 の耐熱鋼より長い破断時間を示した。2 0℃におけるシャルピー衝撃試験により得られた衝撃吸収エネルギーは、表 2 に示されている。本発明の請求項 3 および請求項 4 記載の組成範囲にある耐熱鋼は、C 1 ~ C 3、C 6 および C 7 の耐熱鋼より高い衝撃吸収エネルギーを示した。

## 【 0 0 3 9 】

以上のことから、本発明の化学組成範囲にある耐熱鋼は、同等の引張強さに調整した場合、それ以外の比較例に比べクリープ性質および衝撃性質に優れていることがわかる。

## 【 0 0 4 0 】

## &lt; 実施例 3 &gt;

実施例 3 では、本発明の請求項 5 および請求項 6 記載の化学組成範囲にある第 5 および第 6 の耐熱鋼が優れた特性を有することを説明する。

供試鋼の製造方法は、実施例 1 と同様である。これらの化学組成は表 1 に示されるとおりである。

## 【 0 0 4 1 】

このうち、P 1 9 ~ P 2 4 が本発明の請求項 5 および請求項 6 記載の組成範囲にある耐熱鋼であり、C 1 ~ C 9 はその組成が本発明の請求項 5 および請求項 6 記載の化学組成範囲にない比較例である。これらの各鋼は 7 5 0 M P a 程度の引張強さに調整されている。

## 【 0 0 4 2 】

各鋼について実施したクリープ破断試験における破断時間および 2 0℃におけるシャルピー衝撃試験により得られた衝撃吸収エネルギーは、表 2 に示されるところである。本発明の請求項 5 および請求項 6 記載の化学組成範囲にある耐熱鋼は、比較例と比べ破断時間および衝撃吸収エネルギーの双方が優れているか、破断時間が短い場合であっても衝撃吸収エネルギーが高かった。

## 【 0 0 4 3 】

以上のことから、本発明の請求項 5 および請求項 6 記載の化学組成範囲にある耐熱鋼は、同等の引張強さに調整した場合、それ以外の比較例に比べクリープ性質および衝撃性質に優れているか、もしくは衝撃吸収エネルギーを著しく向上さ

せることができることがわかる。

【0044】

<実施例4>

実施例4では、焼ならし後の冷却に油冷を採用し、300℃以下まで冷却する理由を説明する。本発明の耐熱鋼のうち、P1、P7、P9、P16、P19、P22およびC1の鋼を1,050℃に加熱し、これらを油冷または空冷して300℃以下まで冷却することからなる焼入れ処理に付した。得られた各鋼の組織状態は表3に示される通りである。

【0045】

P1および本発明の化学組成範囲にない化学組成を有する比較例のC1は、フェライト形成元素の含有量が少なく、空冷によっても $\alpha$ フェライトの生成は認められなかった。フェライト形成元素を比較的多量に含有するP7、P9、P16、P19およびP22は、いずれも空冷した場合にはベイナイトとフェライトの混在する組織を呈した。このように、油冷による焼ならし処理を行うことにより、ベイナイト単相組織を得ることができた。

【0046】

以上のことから、本発明に係わる耐熱鋼においては、本発明の熱処理方法を採用することにより、均一なベイナイト単相組織を得られることがわかる。

【0047】

上記の通りの本発明による耐熱鋼は、その優れた耐熱性および機械的強度を利用して、各種の用途に利用することができる。

【0048】

本発明による耐熱鋼の特に好ましい用途は、蒸気タービンロータの形成材料としての用途である。その場合の耐熱鋼の具体的組成ならびに焼ならし条件等は、蒸気タービン形成材料として要求される各種性能、加工性、耐久性、経済性、その他に応じ、上記した範囲内において適宜変更することができる。

【0049】

【表 1】

表 1

鋼 種	C	Si	Mn	Cr	V	W	Mo	Ti	Nb	N	B	他	Fe
実施例	P1	0.28	0.07	0.49	2.22	0.16	1.61	-	0.012	0.06	0.011	0.005	残
	P2	0.25	0.25	0.51	2.25	0.23	1.53	-	0.019	0.02	0.009	0.008	残
	P3	0.18	0.05	0.49	2.42	0.22	1.78	-	0.015	0.05	0.025	0.002	残
	P4	0.16	0.08	0.46	1.91	0.19	2.03	-	0.012	0.07	0.012	0.014	残
	P5	0.27	0.06	0.42	2.28	0.18	1.59	0.78	0.020	0.03	0.022	0.006	残
	P6	0.24	0.05	0.45	2.16	0.22	1.68	0.60	0.018	0.02	0.028	0.006	残
	P7	0.17	0.05	0.51	2.23	0.23	1.91	0.47	0.018	0.03	0.015	0.008	残
	P8	0.19	0.08	0.49	2.35	0.22	2.41	0.32	0.017	0.03	0.013	0.005	残
	P9	0.18	0.11	0.02	1.98	0.18	2.35	0.31	0.028	-	0.016	0.012	残
	P10	0.26	0.06	0.22	2.43	0.27	2.00	0.51	0.025	-	0.013	0.008	残
	P11	0.22	0.24	0.51	2.13	0.25	1.78	0.65	0.021	-	0.020	0.010	残
	P12	0.24	0.09	0.48	2.26	0.24	1.61	0.77	0.023	-	0.025	0.006	残
	P13	0.23	0.09	0.23	2.31	0.31	2.44	-	0.023	-	0.019	0.007	残
	P14	0.21	0.09	0.12	2.24	0.31	1.95	0.50	-	-	0.025	0.007	残
	P15	0.20	0.18	0.10	2.20	0.33	2.48	-	-	-	0.018	0.012	残
	P16	0.25	0.16	0.04	2.25	0.25	1.74	0.65	-	-	0.021	0.010	残
比較例	P17	0.19	0.25	0.28	2.19	0.28	2.19	0.39	-	-	0.022	0.008	残
	P18	0.20	0.21	0.15	2.09	0.27	1.67	0.77	-	-	0.023	0.007	残
	P19	0.28	0.15	0.08	2.23	0.24	1.68	0.33	0.025	-	0.012	0.014	残
	P20	0.20	0.09	0.49	2.25	0.25	1.75	0.62	-	-	0.016	0.009	残
	P21	0.23	0.25	0.18	1.87	0.32	2.48	-	0.027	-	0.008	0.007	残
	P22	0.19	0.28	0.15	2.10	0.25	1.82	0.70	0.021	-	0.014	0.013	残
	P23	0.22	0.11	0.47	2.23	0.28	2.44	-	-	-	0.011	0.007	残
	P24	0.22	0.19	0.17	2.09	0.24	2.36	-	0.029	-	0.009	0.014	残
	C1	0.18	0.35	0.68	1.22	0.26	-	1.02	-	-	0.009	-	残
	C2	0.14	0.25	0.51	10.1	0.22	-	0.90	-	0.10	0.041	-	残
	C3	0.32	0.32	0.82	2.27	0.22	1.02	1.03	0.02	-	0.001	-	残
	C4	0.20	0.24	0.18	2.75	0.22	2.64	-	0.018	0.06	0.016	0.018	残
	C5	0.19	0.24	0.18	2.25	0.14	1.75	0.88	0.035	0.04	0.011	0.005	残
	C6	0.16	0.23	0.21	2.31	0.36	1.66	0.72	-	-	0.018	-	残
	C7	0.17	0.29	0.08	2.06	0.21	1.82	0.58	-	-	0.012	-	残
	C8	0.20	0.19	0.48	1.98	0.25	1.88	0.35	0.021	-	0.015	0.003	残
	C9	0.18	0.21	0.52	2.08	0.26	1.76	0.41	0.025	-	0.014	0.005	残

□ : 本発明の範囲にない数値



【表 2】

表 2

	鋼 種	常温引張強さ (MPa)	600℃-196MPa クリープ破断時間 (h)	20℃衝撃吸収 エネルギー (J)
実施例	P1	764	887	163
	P2	748	992	128
	P3	736	839	135
	P4	735	1050	102
	P5	770	1508	92
	P6	738	1397	86
	P7	732	1460	152
	P8	730	1342	117
	P9	745	1163	121
	P10	752	1282	148
	P11	750	1433	166
	P12	738	1345	160
	P13	735	1068	78
	P14	748	1367	168
	P15	733	1460	72
	P16	758	1120	155
	P17	768	1132	128
	P18	740	1303	150
	P19	765	1158	147
	P20	725	1093	165
	P21	740	382	254
	P22	738	1120	142
	P23	740	1075	128
	P24	753	1021	108
比較例	C1	732	56	29
	C2	772	588	47
	C3	768	636	68
	C4	752	812	35
	C5	740	625	82
	C6	762	925	94
	C7	765	785	105
	C8	756	112	235
	C9	772	725	32

【表 3】

表 3

	鋼 種	組織状態
油冷 (実施例)	P1	ベイナイト
	P7	ベイナイト
	P9	ベイナイト
	P16	ベイナイト
	P19	ベイナイト
	P22	ベイナイト
	C1	ベイナイト
空冷 (比較例)	P1	ベイナイト
	P7	ベイナイト+フェライト
	P9	ベイナイト+フェライト
	P16	ベイナイト+フェライト
	P19	ベイナイト+フェライト
	P22	ベイナイト+フェライト
	C1	ベイナイト

【0050】

## 【発明の効果】

以上の結果、本発明の化学組成範囲にある耐熱鋼、本発明の熱処理方法およびこの耐熱鋼からなる蒸気タービンロータは、優れた高温強度および衝撃性質を有しており、蒸気タービンの性能、運用性、経済性の向上に貢献できる等、産業上有益な効果がもたらされる。

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 優れた高温強度及び衝撃性質を有する耐熱鋼の提供。

【解決手段】 重量%で、C : 0.15~0.30、Si : 0.05~0.3、Mn : 0.01~0.7、Cr : 1.8~2.5、V : 0.15~0.23、W : 1.5~2.5、Ti : 0.01~0.02、Nb : 0.01~0.08、N : 0.005~0.03、B : 0.001~0.015の範囲に調整され、残部はFe及び不可避免の不純物からなる、耐熱鋼。

重量%で、C : 0.15~0.30、Si : 0.05~0.3、Mn : 0.01~0.7、Cr : 1.8~2.5、V : 0.15~0.23、W : 1.5~2.5、Mo : 0.3~0.8、Ti : 0.01~0.02、Nb : 0.01~0.08、N : 0.005~0.03、B : 0.001~0.015の範囲に調整され、残部はFe及び不可避免の不純物からなる、耐熱鋼。

上記の耐熱鋼を油冷で300℃以下まで冷却する熱処理によって得られた、耐熱鋼。

【選択図】 なし

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [ 0 0 0 0 0 3 0 7 8 ]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 2 日
[変更理由]	新規登録
住 所	神奈川県川崎市幸区堀川町 7 2 番地
氏 名	株式会社東芝